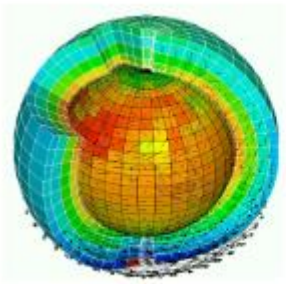
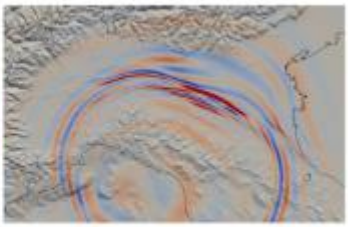
LICENCE MONODISCIPLINAIRE SCIENCES DE LA TERRE

Méthodologie Transférable , *Expérience de Terrain* et *Socle de Connaissances Disciplinaires* — *Géophysique externe et interne*

S6	Approche Intégrée LU3ST602	Terrain 3: Spécialisation ** LU3ST603	LU3ST610 Géoch. appliquée * / LU3ST609 Stratigraphie / LU3ST607 [Géotechnique, 2]	Géoch. analytique- Volcano. LU3ST601 / Géodynamique des bassins * LU3ST608 / Matériaux Géotech. Géophys. LU3ST606	Pétro. Métam. LU3ST605 / Eau Ress. Risque * LU3ST604		Géophysique O. A. LU3ST065 / Climat-Paléoclimat LU3ST064 / Paléontologie- Evolution LU3ST066	Dev. Idées Géo. LU3ST062 / Info 3 : projet LU3ST063 / Biogéochimie LU3ST061
S5	OIP / gest. com. projet LU3ST551	Anglais	Géochimie * LU3ST501 / [Géotechnique, 1] LU3ST502	Géodynamique & Env. Sédimentaires LU3ST503		LU3ST052 Océanographie / LU3ST055 Ressources / Sols Géomicrobio. Env. LU3ST053		Séismes Ondes Images LU3ST051 / LU3ST054 Minéralogie / Biodiversité-Paléobiodiversité LU3ST056
S4	Stat LU2ST404	Anglais	Terrain 2: Cartographie LU2ST402 / LU2ST452 TRE + stage entreprise	Sédimentologie & tectonique LU2ST403	Hydrologie Hydrogéologie LU2ST401		Météorologie LU2ST045 / Histoire - Terre LU2ST042	Stage labo LU2ST402 / Explo. Nat. LU2ST043 / TP Info 2 LU2ST041
S3	Math LU2ST304	SIG- Cartographie LU2ST301	Terrain 1: Initiation LU2ST303	Minéralogie - Pétrologie Magmatisme LU2ST302		Env.&Patrim. LU2ST033 / Escal.&Géosc LU2ST034	Paléontologie LU2ST032	Dynamique de la Terre Interne LU2ST035 / TP Info 1 LU2ST031

** UE obligatoire avec la complémentaire métier; uniquement dans le cadre de la complémentaire métier*
*** Volcanologie, Océanographie (en Mer) , Tectonique, Patrimoine, Sédimentologie-Paléontologie, hydro**

Paléontologie et Biosphère *Matériaux*

UE du S3

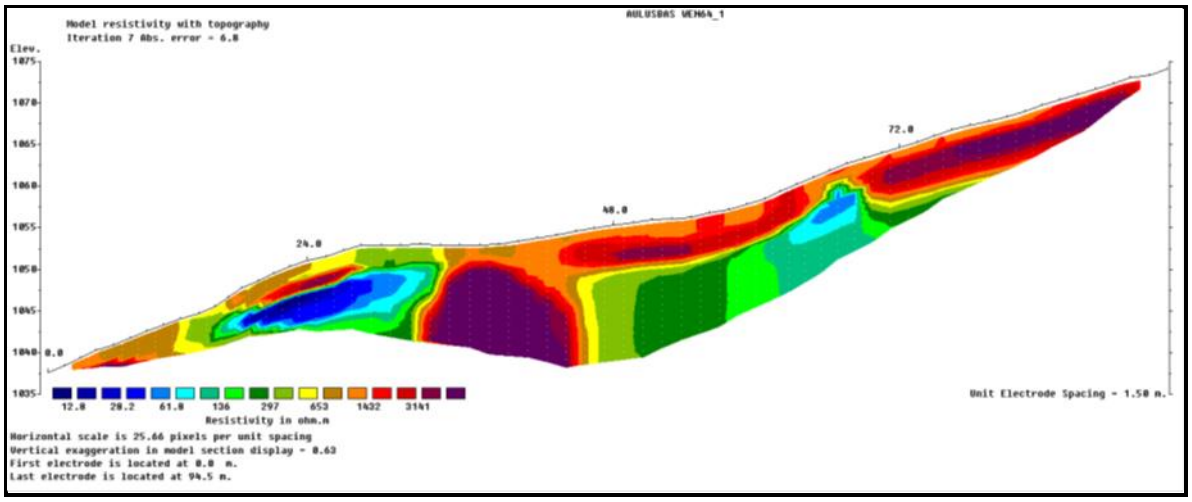
LU2ST304 - Outils mathématiques pour les Sciences de la Terre

Responsable : Nicolas Florsch

Intervenants : Nicolas Florsch, Ludivine Oruba, deux autres enseignants

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

Voir et revoir les mathématiques *utiles aux sciences de la Terre*. Dérivées, intégrales, fonctions de plusieurs variables, calcul vectoriel, algèbre linéaire, et introduction aux équations différentielles ordinaires et aux dérivées partielles sont au programme. On insistera cette année sur les opérateurs vectoriels (gradient, divergence etc.).



Tomographie de résistivité en présence d'une cavité peu profonde

Organisation des enseignements et descriptifs des séances

Dix séances de 1h de cours magistral et 10 séances de 2h de TD.

Compétences développées et niveau attendu en fin d'U.E.

Connaissances disciplinaires

- ✓ Maîtrise des outils de base en mathématiques appliquées aux sciences de la Terre
- ✓ Compréhension des approches par modélisation des phénomènes physiques

Savoir-faire disciplinaire

- ✓ Calculs mathématiques élémentaires
- ✓ Applications aux sciences de la Terre

Compétences transverses

Profiter de l'universalité des mathématiques pour appréhender les phénomènes naturels (de l'écologie au volcan !)

Mode d'évaluation

- ✓ 50% note d'examen écrit
- ✓ 50% rendus de TP et contrôles continus

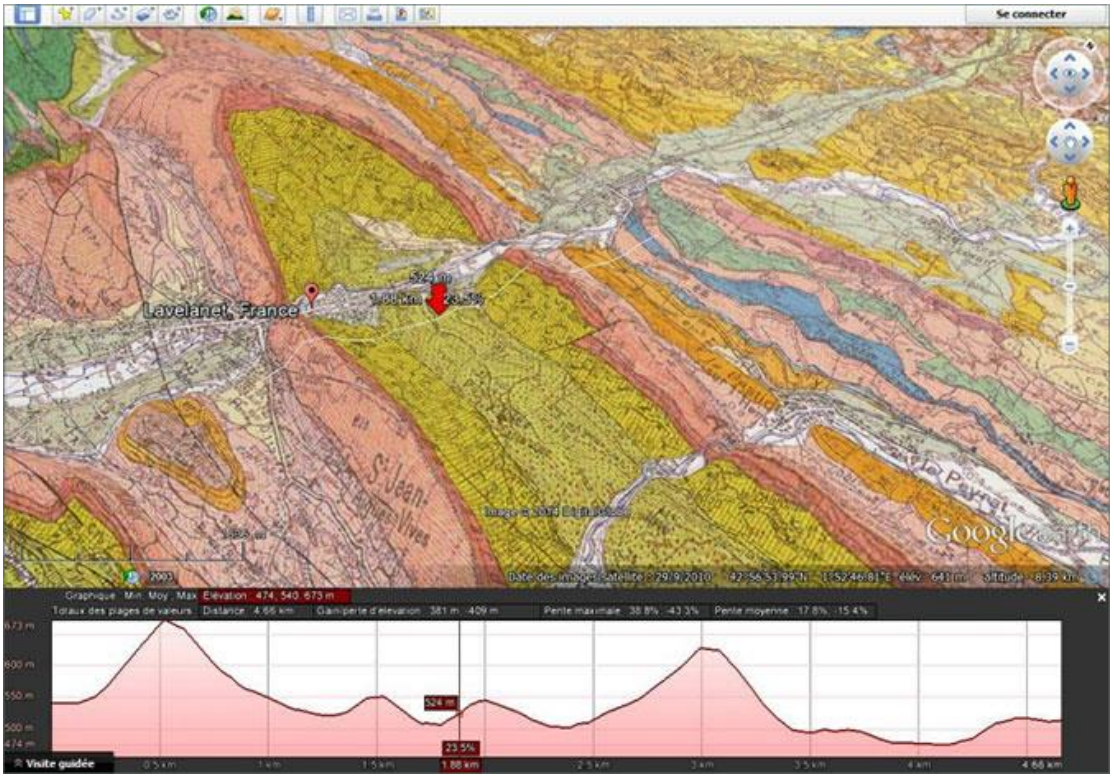
LU2ST301 – SIG - Cartographie

Responsables : Nicolas Loget et Claudio Rosenberg (nicolas.loget@upmc.fr; claudio.rosenber@upmc.fr)

Intervenants : Nicolas Bellahsen, Olivier Lacombe, Alain Rabaute, Jean-Baptiste Girault, Laurence Le Callonec, Agathe Faure, Damien De Couto, Nikos Lyberis, Philippe Agard, Nicolas Loget, Claudio Rosenberg

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

Compétences et notions et acquises en sortie d'UE



Organisation des enseignements et descriptifs des séances

22 séances de TP de 2h et 11 séances de CM d'1h

Les 5 premières séances de CM donnent les bases théoriques des projections cartographiques, des SIG, et de l'interprétation des cartes géologiques. Les 7 séances qui suivent présentent l'histoire géologique de la France à travers l'interprétation de la carte géologique de France au 1.000.000ème.

Compétences

Connaissances disciplinaires

- Histoire géologique de la France
- Principes de projections cartographiques
- Principes géométriques permettant l'interprétation 3D d'une carte géologique

Savoir-faire disciplinaire

- Analyse et construction 3D d'objets géologiques à partir de cartes géologiques et fonds topographiques
- Construction de coupes géologiques à partir des structures cartées en surface et leurs interpolations en profondeur Savoir intégrer des géométries mises en évidence en carte dans une séquence d'évènements tecto-sédimentaires
- Savoir dessiner et interpréter un schéma structural à partir d'une carte géologique

- Visualisation d'unités géologiques et relations avec la topographie sur visualisateurs 3D type Google Earth

Compétences transverses

- Savoir interpréter la structure et le flux des nappes d'eau en relation avec les structures et géométries mises en évidence à partir de la carte géologique
- Travail sur projets incluant bibliographie, construction de coupes, analyse et interprétation de cartes au 1/50000
- Introduction au SIG et aux outils de visualisation 3D

Modes d'évaluation

- ✓ 40 % TP
- ✓ 10 % projet
- ✓ 10 % CC
- ✓ 40 % CM

LU2ST303 – Terrain 1 - Normandie

Responsable : François BAUDIN (francois.baudin@sorbonne-universite.fr)

Intervenants : Hélène BALCONE, Philippe D'ARCO, Elia D'ACREMONT, Christian HONTHAAS, Isabelle KRUTA, Laetitia LE POURHIET, Nikos LYBERIS, Erwan MARTIN, Carine RANDON, Frédérique ROLANDONE, Loïc VILLIER, Pierpaolo ZUDDAS

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

Ce stage de quatre jours aborde différents aspects des Sciences de la Terre à partir d'affleurements naturels et en carrière, visibles en Basse Normandie (Calvados et la Manche). Des objets géologiques remarquables sont observés, décrits et analysés permettant d'aborder les thèmes suivants : (1) Les migmatites du Pentévrien, l'un des plus vieux socle de France, (2) le Néo-Protérozoïque supérieur (Briovérien) et les granitoïdes associés, (3) les séries sédimentaires du Paléozoïque inférieur des vallées de la Laize et de l'Orne, (4) le synclinal de May-sur-Orne et les discordances angulaires régionales, (5) le métamorphisme de contact du granite de Flamanville, (6) le Jurassique moyen de la région de Bayeux et de Caen, (7) les dépôts littoraux quaternaires, (8) la dynamique sédimentaire tidale actuelle.

Organisation des enseignements et descriptifs des séances

1 séance de TP préparatoire (3h) et 4 jours de terrain

Compétences développées

Compétences transverses

- ✓ Initiation à l'observation et à l'analyse d'objets géologiques naturels
- ✓ Prise de notes synthétiques et initiation aux schémas d'observation sur un carnet de terrain
- ✓ Repérage au fil de l'itinéraire sur des cartes routières, géographiques et géologiques à différentes échelles
- ✓ Initiation au lever de carte géologique
- ✓ Orientation avec une boussole et une carte
- ✓ Mesure de direction et de pendage d'un plan et d'une ligne à l'aide d'une boussole.

Modes d'évaluation

- ✓ Exercices quotidiens réalisé chaque soir au retour du terrain
- ✓ Notation du carnet de terrain (justesse, qualité, soin, …)
- ✓ Implication durant le stage

LU2ST302 – Minéralogie, pétrologie, magmatisme (MPM)

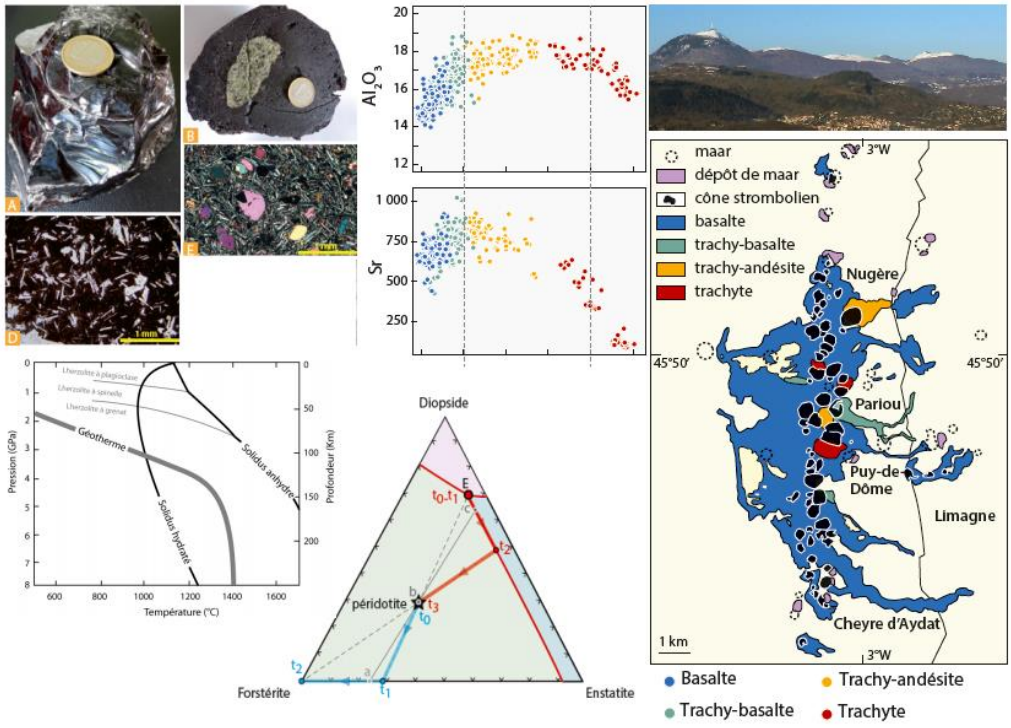
Responsables : Martin Erwan (erwan.martin@sorbonne-universite.fr)

D'Arco Philippe (philippe.darco@sorbonne-universite.fr)

Intervenants : H. Balcone-Boissard, H. Bureau, C. Honthaas, P. D'Arco, E. Martin

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

L'objectif est d'apprendre à « lire » une roche magmatique pour en déduire son origine, son mode de mise en place et son contexte géodynamique.
La formation des roches magmatiques sera analysée sur la base de leur minéralogie et de leur chimie. La cristallisation des magmas, d'une part, et la fusion des roches, d'autre part, seront abordés à partir des objets naturels et de leurs analogues synthétiques. Les variations de composition chimique et minéralogique des roches ainsi que leurs textures permettront de discuter de leur origine et de leur mise en place. Enfin les processus magmatiques seront placés dans leur contexte géodynamique.



Organisation des enseignements et descriptifs des séances

Cours : 10 cours de 2h

TP : 10 séances de 4h

Compétences développées (et niveau attendu en fin d'U.E.)

Connaissances disciplinaires

- ✓ Diagrammes de phases binaires
- ✓ Diagrammes de phases ternaires
- ✓ Bilan de masse
- ✓ Le magmatisme et ses contextes géodynamiques
- ✓ Chimie et structure des minéraux magmatiques simples

- ✓ Notion de saturation en silice

Savoir-faire disciplinaire

- ✓ Observation et description des roches et minéraux magmatiques
- ✓ Description et interprétation d'un graphique
- ✓ Manipuler les données pétro-géochimiques (concevoir des diagrammes, établir des bilans de masse...)

Compétences transverses

Chimie (tableau périodique des éléments, notion de concentration, constante d'équilibre et d'activité), physique (notion de rhéologie, viscosité), math (niveau Baccalauréat scientifique).

Modes d'évaluation

- ✓ 30% TP
- ✓ 70% Écrit

LU2ST032 – Paléontologie

Responsable : Delphine Desmares et Isabelle Kruta
Intervenants : Anaïs Boura, Delphine Desmares, Isabelle Kruta, Carine Randon, Loïc Villier.

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

La Paléontologie étudie l'histoire et les mécanismes de l'évolution biologique à travers les fossiles, les restes des organismes du passé. La Paléontologie est donc par définition une science d'observation à l'interface de la biologie et de la géologie. Les bases acquises sont essentielles pour la culture générale de ces deux disciplines. Ces bases sont aussi indispensables à tout étudiant de géologie souhaitant faire du terrain et à ceux s'intéressant aux questions de biodiversité et d'évolution.

Le cours magistral a le but de donner aux étudiants (en Sciences de la Terre et de la Vie) les clés de lecture des objets paléontologiques en relation avec les sédiments les contenant (biostratigraphie, reconstruction des paléoenvironnements).

Les travaux dirigés concernent la Paléontologie descriptive, c'est-à-dire à quoi ressemblaient les animaux et les végétaux. Les TD s'intéresseront principalement aux organismes invertébrés marins (macro et micro) et aux plantes fossiles. Pour chaque séance de TP de deux heures, une partie sera dédiée à l'observation et une autre à un ou des exercices permettant de remettre les objets fossiles dans leur contexte ou d'illustrer les applications de ces différents groupes.

Organisation des enseignements et descriptifs des séances

6 cours de 2h.
9 séances de TP de 2h.

Compétences développées

A la fin de l'UE, les étudiants doivent être autonomes dans la détermination des principaux groupes fossiles (macro- et micro-). Ils doivent être capables de les positionner stratigraphiquement et de donner des précisions sur leur mode et leur milieu de vie.
Quel que soit le parcours auquel l'étudiant se destine, la paléontologie est un bagage fondamental et indispensable à tout géologue.

Connaissances disciplinaires

- Connaissance des bases des processus taphonomiques.
- Savoir observer, décrire et identifier les principaux taxons fossiles
- Connaître leur répartition stratigraphique, modes/milieux de vie et relations trophiques.
- Notions de biostratigraphie.

Savoir-faire disciplinaire

- Savoir identifier et décrire un objet fossile.
- Emettre des hypothèses concernant son âge et son milieu de vie.

Compétences transverses

- Savoir élaborer et présenter (à l'oral) un poster scientifique.

Modes d'évaluation

QCM en ligne sur moodle (10 / 100)
Projet : réalisation d'un poster (10 / 100)
Evaluation(s) de TP(30 / 100)
Ecrit (50 /100)

LU2ST035 - Dynamique de la Terre Interne

Responsable : F. Rolandone

Intervenants : F. Rolandone, L. Bayle

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

L'objectif de cette UE est de comprendre la structure et la dynamique interne de notre planète. Pour cela, il est nécessaire d'étudier les phénomènes physiques que sont le champ géomagnétique, le flux de chaleur, la propagation des ondes sismiques, la force de pesanteur… De plus, pour rendre compte des observations de surface, une notion importante est celle de modèle, en lien avec la modélisation, et donc l'utilisation d'outils informatiques.

Les séances de TP se focalisent sur les applications quantitatives et physiques des processus de dynamique interne décrits dans le cours. Une partie de ces TP utilise Matlab comme outil pour les calculs, les graphiques et la visualisation des processus géodynamiques. L'UE LU2ST035 « Dynamique de la Terre Interne » fonctionne en association avec l'UE LU2ST031 «Informatique pour les Géosciences » pour permettre aux étudiants d'acquérir les bases en informatique nécessaires à la modélisation des processus géodynamiques.

Organisation des enseignements et descriptifs des séances

Cette partie est composée de 5 cours de 2h et de 10 séances de TP de 2h.

1- **Cours 1** : Sismologie et structure du globe
2- **TP 1 & 2** Structure du globe : PREM et propagation des ondes
   Rapport TP1 & 2

3- **Cours 2** Gravimétrie, isostasie, reliefs
4- **TP 3 & 4** Gravimétrie & isostasie
   Rapport TP3 & 4

5- **Cours 3** Géodynamique interne et tectonique
6- **TP 5 & 6** Mouvements verticaux et rebond postglaciaire
   Rapport TP5 & 6

7- **Cours 4** Structure thermique de la Terre
8- **TP 7 & 8** Structure thermique des océans
   Rapport TP7 & 8

9- **Cours 5** Flux de chaleur et convection
10- **TP 9 & 10** Structure thermique des continents
   Rapport TP9 & 10

Compétences développées

Connaissances disciplinaires

- ✓ Les différentes enveloppes de la Terre
- ✓ Structure sismologique de la Terre

- ✓ Structure thermique de la Terre
- ✓ Lien entre la géodynamique interne et la tectonique des plaques

Savoir-faire disciplinaire

- ✓ Calculer le gradient thermique dans les différentes enveloppes
- ✓ Effectuer des calculs simples de gravimétrie et d'isostasie.
- ✓ Interpréter des modèles de terre

Compétences transverses

- ✓ Notion de modèle
- ✓ Commenter un document
- ✓ Utiliser Matlab pour faire des calculs et des graphiques
- ✓ Savoir rédiger un rapport incluant texte, figures et argumentation scientifique

Modes d'évaluation

Cours 40/100 (examen écrit), TP 60/100 (contrôle continu)

L'évaluation des TP se fait en contrôle continu : toutes les 2 séances de TP, un rapport est demandé (comme indiqué dans l'organisation des enseignements ci-dessus).

LU2ST031 – TP Informatique 1

Responsable : Yves NOEL

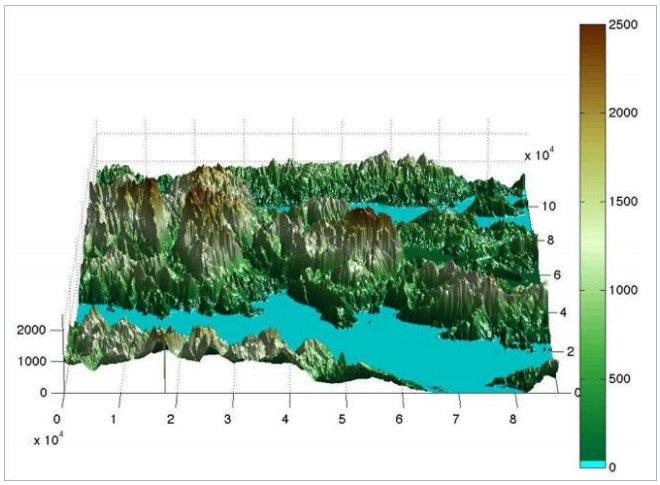
Organisation

Il est courant en Sciences de la Terre, quelque soit la discipline, d'avoir à traiter des données. Ces données peuvent être issues de sources diverses : instruments de mesures (spectres, relevés,…), bases de données (locales ou web), modèles.

Une fois récupérées, ces données brutes doivent être traitées (bruit, valeurs aberrantes, sous ensemble). Puis, la plupart du temps, il est intéressant de les manipuler pour faire ressortir les informations importantes. Ce traitement, vu le volume généralement conséquent des données, doit être fait de manière automatique. Ceci n'est possible qu'à l'aide de programmes informatiques.

Au cours de cet enseignement, les étudiants apprendront les bases de la programmation nécessaires à la récupération, au traitement et à la représentation des données. Nous nous appuierons sur le logiciel GNU Octave (clone gratuit et libre de Matlab).

Les bases théoriques seront délivrées sous forme de cours présentiels (amphis) et de travail autonome (vidéos, diaporamas, exercices et interrogations en ligne, forum). La partie pratique se déroulera sur ordinateurs (2x2h hebdomadaires). L'épreuve pratique sur ordinateurs représentera une part importante de la note.



Modèle numérique de terrain du Golfe de Corinthe à partir des données satellitaires de la NASA récupérée au Jet Propulsion Laboratory

Compétences et notions et acquises en sortie d'UE

- Maîtriser l'environnement de travail et être indépendant sur la machine (debug/test/trouver ses fichiers etc...)
- Savoir importer dans Matlab des données extérieures (issues de bases de données internet ou d'appareils de mesure)
- Savoir structurer des données (mise sous forme de tableaux)
- Savoir traiter des données (données manquantes, bruit, statistiques courantes)

Savoir présenter des données (graphiques, images)

UE optionnelle :
LU2ST033 – « Environnement, Patrimoine et Archéologie »

Responsables : Laurence Galoisy (SU-S), Sylvie Balcon Berry (Su-L)
Intervenants : Laurence Galoisy, Sylvie Balcon Berry, Pierre Lefebvre (moniteur SU-S), Alexandra Sotirakis (SU-L)

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

Appuyé sur l'archéologie, l'histoire de l'art, l'utilisation des ressources minérales et l'évolution de l'environnement dans les quatre grandes périodes de l'histoire (ancienne, médiévale, moderne et contemporaine), cet enseignement mixte entre la faculté des Sciences (SU-L) et la Faculté des Lettres (SU-L) a pour objet de croiser formation scientifique et formation en sciences humaines dans le domaine du patrimoine.
L'unité d'enseignement est destinée à donner
1. des bases de connaissances sur les grands enjeux culturels et scientifiques des matériaux du patrimoine culturel
2. une introduction aux matériaux naturels, transformés ou synthétiques utilisés par les civilisations humaines
3. une introduction à l'impact sur les monuments des agents environnementaux d'origine naturelle ou anthropique (air, eau, facteurs biologiques).

L'enseignement sera effectué à parité par des enseignants des deux facultés (SU-S et SU-L), avec la priorité de pouvoir croiser aussi souvent que possible les interactions entre enseignants et étudiants des deux disciplines.

Organisation des enseignements et descriptifs des séances

10 cours
20 TD
Les TD pour les étudiants de la faculté des lettres sont assurés par un enseignant de SU-S et les TD pour les étudiants de la faculté des Sciences sont assurés par un enseignant de SU-L.

Compétences développées

Connaissances disciplinaires

Pétrologie et minéralogie des matériaux du Patrimoine bâti
Les monuments historiques et l'exploitation des matériaux utilisés pour leur construction.

Savoir-faire disciplinaire

Faire le lien entre la construction des monuments au cours des âges et les matériaux employés.

Compétences transverses

Exposés à partir d'articles, bibliographie en français et en anglais sur les deux domaines scientifique et littéraire.

Modes d'évaluation

TD 40%
Cours 60%

UE optionnelle :
LU2ST034 – Escalade et Geosciences

Responsable : Benoit Dubacq benoit.dubacq@sorbonne-universite.fr

Intervenants : Alban Saporiti alban.saporiti@sorbonne-universite.fr

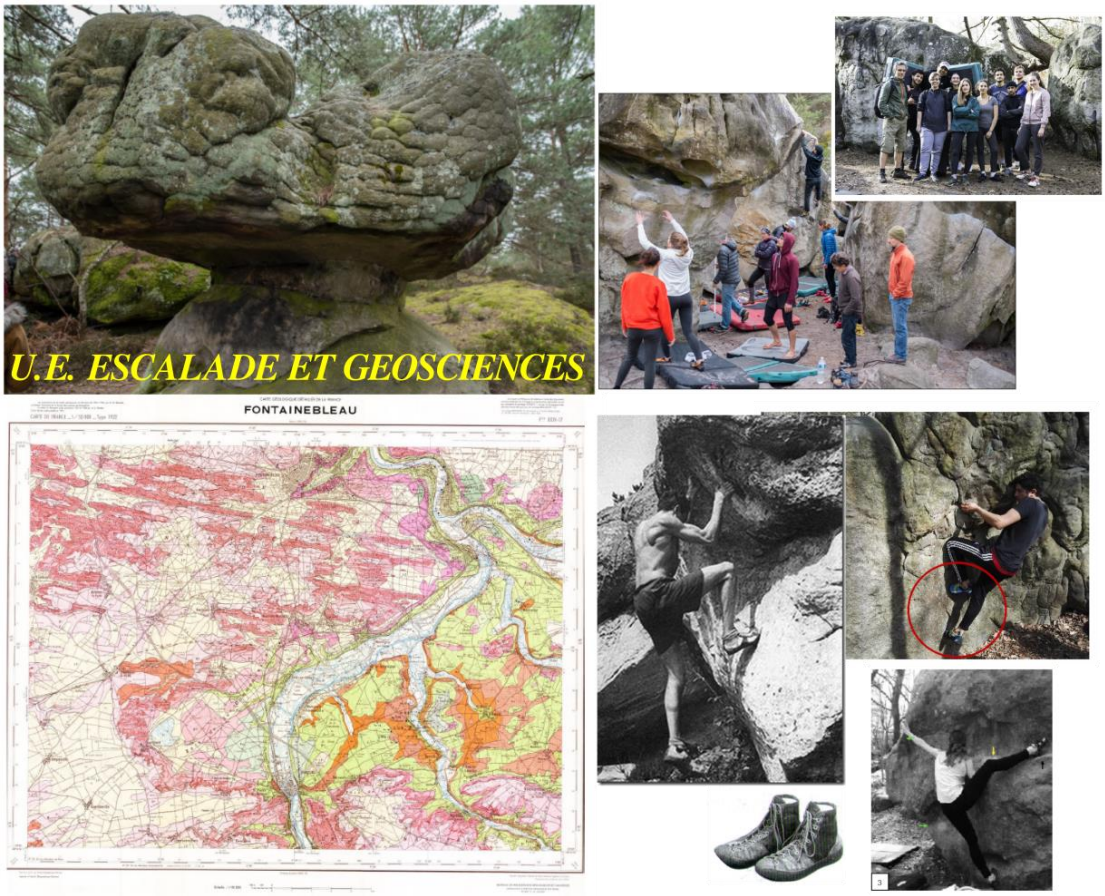
Benoit Dubacq

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

Les sciences naturalistes ont traditionnellement cohabité avec la pratique sportive, à l'image d'Horace de Saussure (1740-1799), naturaliste genevois qui fut un des fondateurs de l'alpinisme.

Cette U.E. est organisée autour de la découverte des grès de Fontainebleau. Ces rochers sont exceptionnels par leur mode de mise en place, qui reste mal compris, et car ils ont vu naître et se développer l'escalade moderne. L'objectif de l'U.E. est de comparer les différentes hypothèses proposées pour la formation des blocs en réalisant des coupes géologiques, observations de terrain et de la modélisation géochimique élémentaire. Autour de plusieurs sites internationalement renommés pour l'escalade de bloc, on décrira la morphologie, la nature et la structure des roches, des sols et de la végétation, pour s'essayer ensuite à l'escalade des blocs afin de comprendre leur renommée mondiale.

Les bases de l'escalade et de sa pratique en sécurité sont présentées en salle par un professeur du département des activités physiques et sportives. Le matériel est fourni.



Organisation des enseignements et descriptifs des séances

Les enseignements consistent en :

- deux séances (~2h/séance) de travaux dirigés en salle pour présenter la géologie de la forêt de Fontainebleau et les modèles géochimiques de mise en place des grès
- quatre à cinq séances d'introduction à l'escalade en salle (~1h)
- trois sorties à la journée en forêt de Fontainebleau.

A la fin de l'U.E., les étudiants doivent fournir un rapport écrit personnel et présenter à l'oral, en groupe de deux ou trois, une synthèse bibliographique d'articles scientifiques autour d'un thème choisi par les étudiants parmi les suivants :

- le bassin stampien et l'unité des Sables de Fontainebleau
- géomorphologie et écologie de la forêt de Fontainebleau
- silicification des sables I: hypothèses et controverses
- silicification des sables II: caractérisation micro-pétrographique
- origine des roches meulières
- phénomènes de calcification dans les sables et grès.

Les articles sont fournis. Chaque étudiant présente en cinq à sept minutes la partie qu'il a choisie.

Les pré-requis sont : connaissances en géologie générale niveau terminale / L1 (grands types de roches, notions élémentaires de cartographie), notions élémentaires de chimie (réactions, pH). Pas de pré-requis pour l'escalade, cependant il est nécessaire d'être en mesure de marcher sur un chemin accidenté.

Compétences développées

Connaissances disciplinaires

- ✓ Pétrographie (en cours d'acquisition)
- ✓ Cartographie (en cours d'acquisition)
- ✓ Géochimie élémentaire (en cours d'acquisition)

Savoir-faire disciplinaire

- ✓ lever une coupe géologique
- ✓ lire une carte géologique
- ✓ calculer des rapports d'échelle, une exagération verticale
- ✓ s'orienter sur le terrain
- ✓ reconnaître des roches sédimentaires, différencier grès et calcaires
- ✓ équilibrer une réaction chimique
- ✓ calculer une constante de réaction

Compétences transverses

Synthèse et commentaire de document
Utilisation de logiciel de présentation

Modes d'évaluation

- ✓ L'évaluation de la partie escalade est basée sur la progression et l'investissement (incluant assiduité, ponctualité, intérêt).
- ✓ La présentation orale en groupe tient lieu d'examen final. Elle est suivie de questions individuelles.
- ✓ Le rapport écrit est individuel.
- ✓ Les coupes et autres travaux effectués en salle sont relevés.

UE du S4

LU2ST404 – Introduction aux géostatistiques

Responsable : Hélène Gaget – helene.gaget@sorbonne-universite.fr

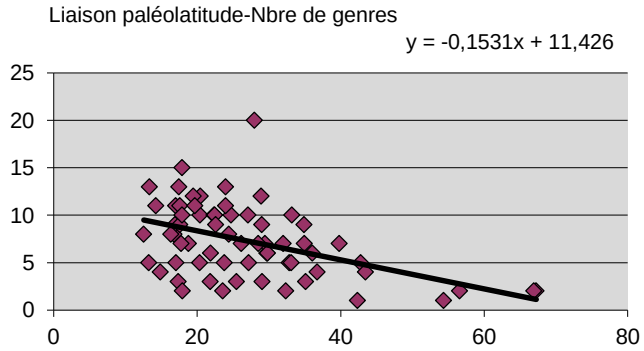
Intervenante : Hélène Gaget

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

L'objectif de cet enseignement consiste à savoir traiter les données issues de mesures ou d'observations faites en laboratoire ou sur le terrain et de les interpréter. Ces traitements sont effectués grâce aux tests statistiques.

La plupart des phénomènes observés engage des aléas (celui lié aux particularités individuelles des objets analysés, celui lié au processus de prélèvement et de mesure, …). Les variables sont donc probabilistes. Malgré ce contexte aléatoire, il s'agit de confirmer ou infirmer les hypothèses de travail en sachant que cette décision est assortie d'un risque. Atteindre cet objectif passe par l'acquisition de compétences en statistiques. Dans cette UE, pas de démonstrations mathématiques mais une mise en pratique de traitement de données des sciences de la Terre (paléontologie, climatologie, géochimie …).

Echantillons de pétrole brut, bitumes …



Organisation des enseignements et descriptifs des séances

Le contenu est réparti entre cours et TD. Les 10h de cours présentent les problématiques liées aux aléas de mesures, au principe de l'échantillonnage, aux principes des tests et des risques. Les 20h de TD ou TP sur tableur mettent en application numérique les principes et tirent les conclusions.

Un support de cours est disponible ainsi que des séries d'exercices simples et des études de cas plus complexes appartenant au quotidien des divers métiers liés aux Sciences de la Terre.

Compétences développées

Les outils statistiques suivants seront développés :

- les intervalles de confiance de moyennes et pourcentages ;
- les tests d'hypothèses sur les moyennes, les variances et les pourcentages ;
- le test du Khi2 ;
- l'analyse de variance ;
- la régression et la corrélation.

A l'issu de cet enseignement, il s'agit

- d'avoir compris la signification et l'usage des lois de probabilités et de leurs paramètres ;
- de connaître les contraintes de l'échantillonnage et ses conséquences ;
- de connaître les techniques de base de comparaisons des caractéristiques qualitatives ou quantitatives de groupes d'observations ;
- d'évaluer l'existence de liaisons entre grandeurs mesurées ;
- de comprendre que des risques encadrent l'énoncé du résultat des tests.

Remarque : dans le cadre de cette UE, les aspects mathématiques, notamment les démonstrations ne sont pas abordées. L'accent est mis sur la compréhension des notions d'aléas, d'imprécisions des informations et sur le travail sur échantillons.

Modes d'évaluation

- ✓ Deux écrits sur table et un oral (exercices au tableau).

LU2ST402 – Terrain 2 : cartographie

Responsables : Philippe Agard (philippe.agard@sorbonne-universite.fr)

Claudio Rosenberg (claudio.rosenberg@sorbonne-universite.fr)

Intervenants : Philippe Agard, Elia d'Acremont, Marc Fournier, Catherine Homberg, Nicolas Loget, Erwan Martin, Frédérique Rolandone, Claudio Rosenberg, Johann Schnyder, Anne Verlaguet

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

Cette école de terrain est consacrée à l'acquisition des méthodes de levés cartographiques en contexte sédimentaire plissé. Elle se déroule dans la région de Barles, au front des Alpes. La série stratigraphique et les méthodes d'analyse de terrain sont présentées en introduction du stage. L'essentiel du stage consiste en un levé géologique complet au 1/10.000^{ème} d'un secteur d'environ 10 km^2 par groupe de 2 ou 3 étudiants. L'objectif est de fournir aux futurs géologues les bases indispensables pour mener une étude de terrain en perfectionnant leur sens de l'observation et leur pratique des mesures quantitatives sur le terrain. Les arguments de terrain sont synthétisés pour reconstruire des paléo-environnements, des paléogéographies, un cadre géodynamique et pour intégrer l'histoire des terrains dans l'histoire géologique de la France. L'apprentissage alterne entre autoformation et encadrement régulier par les enseignants au fil du stage.

Vue d'ensemble des terrains

Organisation du stage

J1 : présentation de la série stratigraphique et des méthodes d'analyse de terrain (maniement de la boussole et du clinomètre, mesures de pendage, mesures de failles à stries, maniement du GPS)

J2 à J7 : cartographie d'un secteur par groupes de 2 ou 3 étudiants

J8 : présentation orale des terrains par chaque groupe

J9 : rédaction du rapport

Compétences développées

Connaissances disciplinaires

- ✓ Cartographie géologique

- ✓ Stratigraphie, paléontologie, sédimentologie, tectonique
- ✓ Géologie régionale des Alpes
- ✓ Histoire géologique de la France

Savoir-faire disciplinaire

- ✓ S'orienter par la lecture et le repérage sur carte
- ✓ Lire et interpréter les paysages
- ✓ Observer, décrire, mesurer et analyser les objets géologiques : dessins d'affleurements, mesures microtectoniques, décryptage de structures complexes à différentes échelles
- ✓ Reporter les observations sur une carte et sur un carnet de terrain
- ✓ Dresser la carte géologique du secteur d'étude
- ✓ Réaliser un schéma structural
- ✓ Dessiner des coupes géologiques
- ✓ Rédiger un rapport de terrain circonstancié
- ✓ Intégrer les résultats dans l'évolution régionale de la chaîne alpine

Compétences transverses

- ✓ Communiquer ses résultats à l'ensemble de la classe par une présentation orale sur le terrain

Modes d'évaluation

- ✓ Présentation orale
- ✓ Rapport écrit

LU2ST403 - Sédimentologie et Tectonique

PARTIE SEDIMENTOLOGIE

RESPONSABLES

Laurent Riquier (laurent.riquier@sorbonne-universite.fr)

INTERVENANTS

F. Baudin, S. Boulila, D. DoCouto, L. Emmanuel, C. Gorini, M. Hermoso, L. LeCallonnec, L. Riquier, J. Schnyder, L. Segalen

PRESENTATION GENERALE DE L'UE ET OBJECTIFS

L'objectif de ce module est de présenter les principaux processus sédimentaires, qui ont lieu au cours du cycle géologique des roches.

Durant les séances de cours magistraux, nous aborderons dans un premier temps les facteurs physiques et (bio)chimiques à l'origine de la sédimentation (altération, production biogène et chimique). Puis nous nous intéresserons aux processus sédimentaires (transport, dépôts, diagenèse) contrôlant la formation des sédiments et des roches sédimentaires (détritiques, carbonatées, évaporitiques, etc).

Au cours des séances de TP, nous nous intéresserons à la description des constituants et à la classification des roches sédimentaires en se basant principalement sur l'observation macroscopique d'échantillons de roches et sur l'analyse au microscope de lames minces.

ORGANISATION

10h de Cours (10 séances) et 20 h deTP (10 séances)

COMPETENCES ET NOTIONS ACQUISE EN SORTIE D'UE

Connaissances disciplinaires

- Maitrise des notions fondamentales de sédimentologie, et des cycles sédimentaires

- Connaissance des principaux processus sédimentaires et facteurs associés, liés à la formation des sédiments et des roches sédimentaires

- Reconnaissance et description des constituants des grandes familles de roches sédimentaires à l'échelle macroscopique et microscopique

Savoir-faire disciplinaires

- Réalisation de dessins légendés d'échantillons macroscopiques et de lames minces

- Interprétation d'un diffractomètre et identification des minéraux

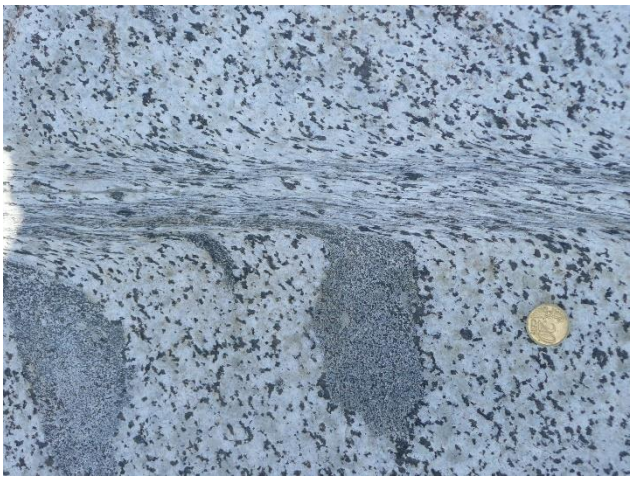
MODE D'EVALUATION

40 % TP 10 % WIMS 50% CM

PARTIE TECTONIQUE

Responsable : Claudio Rosenberg, Catherine Homberg

Intervenants : Claudio Rosenberg, Catherine Homberg



Organisation des enseignements et descriptifs des séances

9 séances de TP de 3h et 7séances de cours de 1h

Compétences développées

Connaissances disciplinaires

- ✓ Contraintes et résistance des roches
- ✓ Lois de rupture
- ✓ Cinématique dans le champ ductile
- ✓ Mécanismes de plissement
- ✓ Anatomie et développement des grands systèmes tectoniques, décrochants, extensifs et compressifs.

Savoir faire disciplinaire

- ✓ Analyse structurale en carte et en coupe et en 3D
- ✓ Détermination des paléo-contraintes
- ✓ Détermination des champs de stabilité, de fracturation, de réactivation de structures, dans un diagramme de Mohr
- ✓ Quantification de la déformation

Compétences transverses

- ✓ Utilisation des canevas (de Schmidt) pour représenter des plans et lignes, et analyser leurs rapports dans l'espace.

Modes d'évaluation

- ✓ 40 % TP 10 % CC 50 % cours

LU2ST401–Hydrologie-Hydrogéologie

Responsable : Ludovic OUDIN (ludovic.oudin@sorbonne-universite.fr)

Intervenants : Sophie VIOLETTE, Ludovic OUDIN, …

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

Dans cet enseignement les notions fondamentales en hydrologie et hydrogéologie sont abordées pour des étudiants qui se destinent à une formation fondamentale ou appliquée en sciences de l'eau (hydrologie, hydrogéologie, hydrochimie), mais aussi dans toutes les sciences de la terre et/ou de l'environnement.Autour du cycle de l'Eau, de la notion de bassin versant et de bilan hydrologique, cette UE précise les propriétés physiques et hydrodynamiques des milieux poreux, décrit les types d'aquifères, évalue leur réserve et leur évolution au cours du temps, les méthodes mises en œuvre pour leur exploitation et les processus impliqués dans le transport d'éléments en solution..

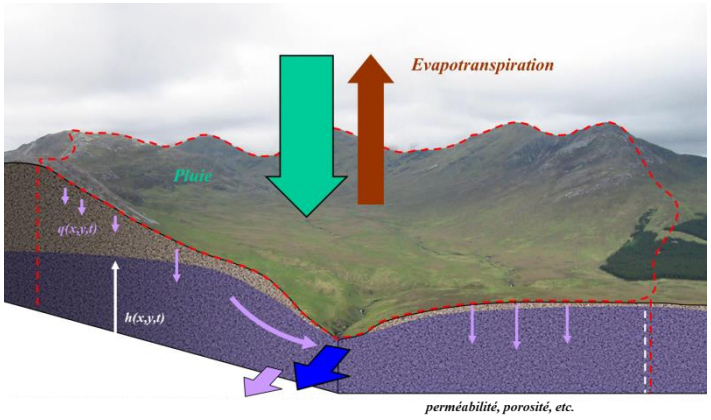


Figure 1 : Illustration des différents flux d'eau étudiés au cours de l'UE

Organisation des enseignements et descriptifs des séances

Les enseignements se partagent en 6cours de 2h, quatre séances de TD de 3 h et un TP de 3h. Deux séances de 2h sont également prévues pour la restitution des projets. Les TD sont des applications concrètes de notions vues pendant les cours d'hydrologie de surface (2 TD) et d'hydrogéologie (2 TD). Le TP porte sur une modélisation expérimentale d'une nappe d'eau souterraine au travers d'une maquette de nappe alluviale.

Cours 1 : Notions générales sur le cycle de l'eau, les interactions eaux de surface et eaux souterraines et décrit les processus hydro-sédimentaires et géomorphologiques propres aux systèmes alluvionnaires.

Cours 2 : Bases pour l'hydrologie quantitative 1/2. Ce cours présente le système bassin versant, sa définition, les moyens de détermination de ce système ainsi que la notion de bilan hydrique sur ce système. Pour cela, les différents flux (précipitation, évapotranspiration et écoulement) sont présentés.

Cours 3 : Bases pour l'hydrologie quantitative 2/2. La relation pluie-débit est décrite dans ce cours à plusieurs échelles temporelles : pluriannuelle, annuelle et évènementielle. Ce cours présente en particulier le concept de régime hydrologique les mécanismes de genèse des épisodes de crues.

Cours 4 : Bases pour l'hydrogéologie quantitative 1/3. Ce cours présente les propriétés physiques et hydrodynamiques des milieux poreux, les notions de milieux non-saturé et saturé, les notions de charge hydraulique et de gradient hydraulique, la loi de Darcy.

Cours 5 : Bases pour l'hydrogéologie quantitative 2/3. Ce cours présente les différents types de nappes et de systèmes aquifères, ainsi que les interactions nappe-rivières et l'estimation des ressources en eau.

Cours 6 : Bases pour l'hydrogéologie quantitative 3/3. Ce cours aborde les notions d'exploitation des milieux aquifères, de transport de solutés en milieu poreux, de protection des captages et de gestion de la ressource en eau.

TD1 : Tracé d'un bassin versant à partir d'une carte topographique, détermination des caractéristiques géomorphologiques du bassin versant et estimations des flux du bilan hydrologique sur le bassin.

TD2 : Analyse de la réponse hydrologique en crue d'un bassin versant.

TP : Le TP porte sur la détermination des propriétés hydrodynamiques du substrat sableux constituant une maquette de nappe alluviale, ainsi que sur l'estimation du flux d'eau souterrain passant dans ce substrat.

TD3 : Analyse et commentaire d'une carte hydrogéologique (région de Valenciennes) et réalisation d'une coupe hydrogéologique. Tracéd'une carte piézométrique et analyse de la relation nappe-rivière.

TD4: Etude de cas permettant de caractériser le fonctionnement hydrogéologique d'un hydro-système et d'évaluer l'impact d'une pollution accidentelle.

Projet : Synthèse à partir de documents sur la gestion de l'eau à de multiples échelles (échelle du territoire, échelle nationale ou transnationale). Chaque groupe choisit un cas d'étude et prépare une synthèse sous format vidéo.

Compétences développées

Connaissances disciplinaires

- ✓ Compréhension des mécanismes physiques (écoulement et transfert d'éléments en solution) intervenants dans le cycle de l'eau : compartiments de surface et souterrain
- ✓ Bilan hydrologique
- ✓ Charge hydraulique,Loi de Darcy, piézométrie

Savoir-faire disciplinaire

- ✓ Calcul de bilans, de flux, de propriétés physiques et hydrodynamiques
- ✓ Analyse de documents cartographiques (topographique, géologique, hydrogéologique)

Compétences transverses

Rédaction de compte rendu de TP, lecture de cartes topographiques, détermination de lignes d'isovaleurs à partir d'un jeu de données ponctuelles, notion de changement d'échelle, notion de gradient.

Valorisation des connaissances acquises en géosciences.

Modes d'évaluation

- ✓ 10% TP
- ✓ 30% projet
- ✓ 60% cours

LU2ST041 – TP Informatique 2

Responsable : Yves NOEL

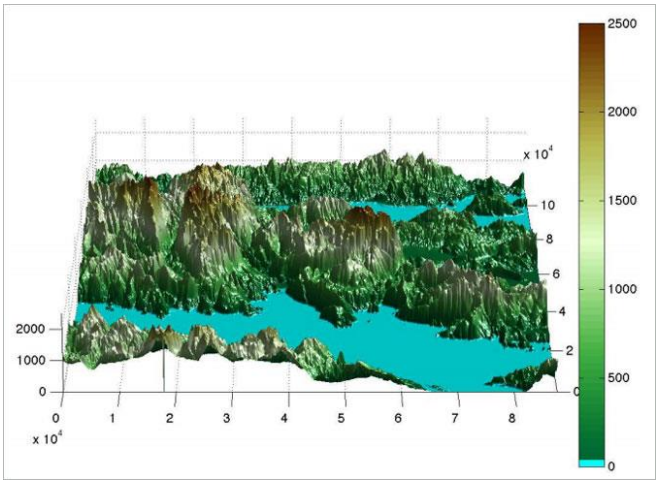
Organisation

Il est courant en Sciences de la Terre, quelque soit la discipline, d'avoir à traiter des données. Ces données peuvent être issues de sources diverses : instruments de mesures (spectres, relevés,…), bases de données (locales ou web), modèles.

Une fois récupérées, ces données brutes doivent être traitées (bruit, valeurs aberrantes, sous ensemble). Puis, la plupart du temps, il est intéressant de les manipuler pour faire ressortir les informations importantes. Ce traitement, vu le volume généralement conséquent des données, doit être fait de manière automatique. Ceci n'est possible qu'à l'aide de programmes informatiques.

Au cours de cet enseignement, les étudiants apprendront les bases de la programmation nécessaires à la récupération, au traitement et à la représentation des données. Nous nous appuierons sur le logiciel GNU Octave (clone gratuit et libre de Matlab).

Les bases théoriques seront délivrées sous forme de cours présentiels (amphis) et de travail autonome (vidéos, diaporamas, exercices et interrogations en ligne, forum). La partie pratique se déroulera sur ordinateurs (2x2h hebdomadaires). L'épreuve pratique sur ordinateurs représentera une part importante de la note.



Modèle numérique de terrain du Golfe de Corinthe à partir des données satellitaires de la NASA récupérée au Jet Propulsion Laboratory

Compétences et notions et acquises en sortie d'UE

- Maîtriser l'environnement de travail et être indépendant sur la machine (debug/test/trouver ses fichiers etc...)
- Savoir importer dans Matlab des données extérieures (issues de bases de données internet ou d'appareils de mesure)
- Savoir structurer des données (mise sous forme de tableaux)
- Savoir traiter des données (données manquantes, bruit, statistiques courantes)

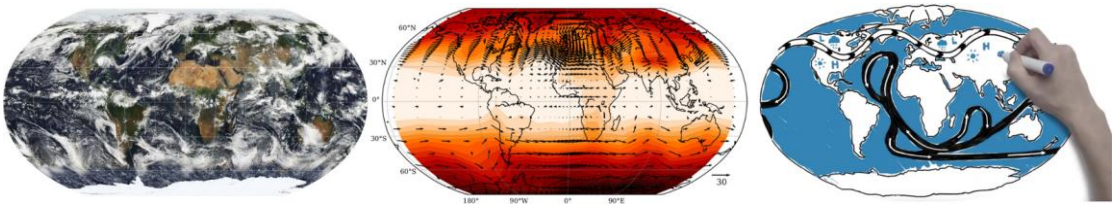
Savoir présenter des données (graphiques, images)

UE optionnelle 1 :

LU2ST045 – Météorologie

Responsable : Jean-Baptiste Madeleine (jmadeleine@lmd.jussieu.fr)

Présentation générale de l'U.E. et objectifs



Cette U.E. a pour objectif de vous initier à la Météorologie, c'est-à-dire de comprendre et prévoir le temps que nous expérimentons au quotidien, aussi bien dans les régions tropicales que dans les régions plus tempérées. Pour cela, l'U.E. met l'accent sur la mise en pratique des concepts théoriques, aussi bien par des calculs numériques et l'étude de situations météorologiques réelles en TD (climat des tropiques, des latitudes tempérées, des pôles) que par la prévision du temps à l'aide d'un modèle numérique en TP. Les cours porteront sur les fondamentaux de Météorologie comme le mouvement de l'atmosphère et l'origine des vents, les mouvements ascendants dans l'atmosphère, ou encore la formation des nuages. Le contenu du cours sera articulé principalement autour d'équations physiques dont l'appropriation sera facilitée par des applications quantitatives concrètes en TD et l'utilisation d'un modèle de prévision numérique du temps en TP (sans connaissances préalables en programmation requises).

Organisation des enseignements et descriptifs des séances

5 cours magistraux de 2h (10h)

1. Rappels généraux et introduction à la physique de l'atmosphère
2. Structure verticale de l'atmosphère
3. Changements de phase et formation des nuages
4. Origine des vents et équilibre géostrophique
5. Prévision Numérique du Temps (PNT)

6 séances de TD de 2h (12h)

- Séances 1 et 2 : Étude de profils verticaux et utilisation d'émagrammes
- Séances 3 et 4 : Analyse de cartes de température et pression
- Séances 5 et 6 : Prévision météo sur carte et analyse d'images satellite

2 séances de TP de 4h (8h)

Circulation globale et prévision météorologique régionale

Modes d'évaluation

- ✓ Deux examens répartis (70 points)
- ✓ Un compte-rendu de TP (20 points)
- ✓ Contrôle continu sur papier / Moodle / WIMS (10 points)

Compétences développées

Connaissances disciplinaires

- ✓ Circulation générale de l'atmosphère (acquis)
- ✓ Principales variables atmosphériques et ordres de grandeur (acquis)
- ✓ Équilibre hydrostatique (acquis)
- ✓ Équation hypsométrique (en cours d'acquisition)
- ✓ Flottabilité d'une parcelle (acquis)
- ✓ Gradient adiabatique sec (acquis) et humide (en cours d'acquisition)
- ✓ Équation de Clausius-Clapeyron (acquis)
- ✓ Prévision de l'instabilité en atmosphère sèche (acquis) et humide (en cours d'acquisition)
- ✓ Formation des nuages (en cours d'acquisition)
- ✓ Force de pression, force de Coriolis et équilibre géostrophique (acquis)

Savoir faire disciplinaire

- ✓ Outils mathématiques usuels (algèbre, analyse de fonction, intégration, manipulation de vecteurs dans un espace à deux dimensions) (acquis)
- ✓ Utilisation de diagrammes thermodynamiques (en cours d'acquisition)
- ✓ Calculs de gradient à partir de cartes en isocontours d'un champ physique (acquis)
- ✓ Identification de systèmes en 3D par analyse cartographique 2D (en cours d'acquisition)

Compétences transverses

Utilisation d'outils numériques (interface Linux, calcul scientifique Fortran et Python, sans connaissance préalable en programmation requise), apprentissage de la démarche expérimentale (hypothèse → expérience → confirmation / réfutation), analyse et interprétation de simulations numériques sur des cas concrets, analyse conjointe de modèles et d'observations, rédaction d'un rapport scientifique, anglais (lecture d'articles sur les situations météorologiques étudiées).

UE optionnelle 1 :

LU2ST042 - Histoire de la Terre

Responsable : Isabelle Kruta et Delphine Desmares
Intervenants : Anaïs Boura, Delphine Desmares, Isabelle Kruta, Carine Randon, Chrystele Sanloup, Loïc Villier.

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

L'UE s'intéresse à la reconstruction de l'histoire de la biosphère en relation avec les événements les plus importants de l'histoire de la géosphère. Seront abordées les radiations évolutions, les crises biologiques, les changements climatiques et paléogéographiques qui ont marqué l'Histoire de la Terre…

Organisation des enseignements et descriptifs des séances

6 cours de 2h.
9 séances de TP de 2h.

Compétences développées

A la fin de l'UE, les étudiants connaîtront les différents événements qui ont marqué l'Histoire de la Terre. Ils seront capables de présenter des arguments pour discuter des facteurs abiotiques jouant sur la biosphère et l'évolution de la biodiversité.

Connaissances disciplinaires

Connaître les principaux jalons de l'histoire de la Terre et de la biosphère.
Savoir qui peuplait les océans et les continents des différentes périodes de temps du Néoprotérozoïque et du Phanérozoïque.
Connaître les causes et les conséquences des cinq grandes extinctions de masse.

Savoir-faire disciplinaire

Comprendre comment sont construites les courbes de paléobiodiversité et savoir les interpréter.

Compétences transverses

Avoir le bagage scientifique nécessaire à la compréhension des interactions entre la géosphère et la biosphère.

Modes d'évaluation

QCM en ligne sur moodle (10 / 100)
Evaluation(s) de TP (40 / 100)
Ecrit (50 /100)

UE optionnelle 2 :

LU2ST044 – Stage labo

Responsable : Isabelle Kruta (isabelle.kruta@sorbonne-universite.fr)

Intervenants : Véronique Charrière, Cécile Montarou

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

Les étudiants seront invités à contacter des laboratoires (dans et hors les murs de Sorbonne Université) afin d'y acquérir les bases techniques de la manipulation d'un outil analytique au laboratoire en vue de réaliser des analyses (minéralogique, chimiques, biologiques, géochimiques, paléontologiques..). Ils devront construire et présenter un poster scientifique en anglais relatant le contexte de l'étude, et les analyses qu'ils auront eux-mêmes réalisées.

Les objectifs du stage en laboratoire sont de :

- comprendre les principes et méthodes de l'appareil ou la technique d'analyse utilisée
- manipuler soi-même et obtenir des résultats
- critiquer les résultats obtenus (reproductibilité, marge d'erreur, etc.)
- réaliser un support écrit décrivant la technique employée, ses limitations et présentant les résultats de l'analyse
- s'adapter à un ensemble de contraintes d'écriture et de présentation.

Les laboratoires analytiques au sein desquels les étudiants seront accueillis sont ceux de l'UFR.918- TEB, exceptionnellement dans d'autres laboratoires du CNRS, du MNHN, de MétéoFrance, de l'INRA... Les techniciens et ingénieurs de ces laboratoires pourront apporter leur expérience et savoir-faire.

Organisation des enseignements et descriptifs des séances

Au total 30h incluant 7 demi-journées en laboratoire et 4h de TD d'anglais pour la préparation du poster scientifique.

Compétences développées

Compétences transverses

Travail en laboratoire, traitement et analyses de données, rédaction et mise en page d'un poster scientifique en anglais, recherche bibliographique, présentation orale d'un stage en laboratoire.

Modes d'évaluation

- ✓ 40% Rendu du stage sous forme de poster scientifique
- ✓ 40% Présentation à l'oral du poster
- ✓ 20% Avis porté par les tuteurs de stage sur les acquis en laboratoire du stagiaire

UE optionnelle 2 :

LU2ST043 - Exploration naturaliste : biodiversité-environnement

Responsable : Nicolas Rabet (nicolas.rabet@sorbonne-universite.fr)

Intervenants : Sabine Hennequin, Caroline Kunz, Marie Barret, Anais Boura, Sidney Delgado.

Présentation générale de l'U.E. et objectifs

L'objectif est de sensibiliser aux différents concepts liés à la biodiversité et à l'environnement. L'approche se veut résolument naturaliste en veillant à réduire le cloisonnement entre les disciplines des sciences de la vie et de la terre. Dans ce contexte nous cherchons à fournir des méthodes d'observation des organismes vivants dans leurs milieux naturels et montrer comment les facteurs abiotiques génèrent des éléments déterminants qui affectent les communautés. L'évolution est aussi un contexte fondamental dans cet enseignement dont la perception résultera de l'observation des organismes actuels mais aussi fossiles.

Organisation des enseignements et descriptifs des séances

7 séances de 2h de TP biologie des organismes

4 sorties de 2h au MNHN (Grande Galerie, Galerie d'anatomie comparée, Galerie de Paléontologie, serres)

1 sortie de 6h à Chamarande

2 heures de cours

Compétences développées

Connaissances disciplinaires

- ✓ Concepts de base en évolution et en biodiversité

- ✓ Comprendre les bases de l'histoire du stampien dans le sud de l'Ile de France
- ✓ Influence de la roche mère sur la faune et la flore
- ✓ Organisation anatomique des organismes (actuels et fossiles)
- ✓ Interactions écologiques
- ✓

Savoir-faire disciplinaire

- ✓ Approche naturaliste intégré (pluri-disciplinaire)
- ✓ Comprendre les bases de la description d'un organisme et son contexte écologique

Compétences transverses

Botanique, zoologie, géographie, écologie, rédaction de fiche de synthèse pluridisciplinaire.

Modes d'évaluation

- ✓ 50 % pour la réalisation d'une fiche de synthèse pluridisciplinaire
- ✓ 50 % pour un examen oral sur le contenu des enseignements